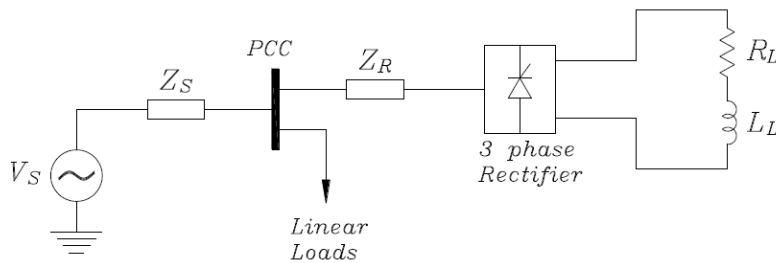


## تکلیف چهارم درس کیفیت توان

۱- طیف هارمونیک یک یکسوساز سه فاز دیودی ۶ پالسه را با یک یکسوساز ۱۲ پالسه دیودی (با دو ترانسفورماتور Y-Y و Y-Δ) در ولتاژ تغذیه ۴۰۰ ولت با بارهای  $Z_L=20\Omega$ ،  $Z_L=20+j20$  و  $Z_L=20+j200$  نشان دهید. با افزایش خاصیت القایی بار چه تغییری در طیف هارمونیک مبدل‌ها ایجاد می‌شود؟ (امپدانس سیستم را  $Z_s=0.04+j0.12$  در نظر بگیرید. مقایسه طیف دو نوع یکسوساز در هریک از بارهای یاد شده بر روی یک نمودار رسم شوند. دیاگرام شبیه‌سازی‌ها فقط برای یک نوع بار، ارائه شوند).

۲- با برنامه نویسی در محیط MATLAB (بدون استفاده از فانکشن FFT)، طیف هارمونیک سیگنالی شامل هارمونیک‌های سوم، پنجم، هفتم، یازدهم، سیزدهم و نوزدهم را رسم کرده و به همراه روابط استفاده شده و توضیح آن‌ها و برنامه نوشته شده، ارائه کنید.

۳- مطابق شکل زیر مبدل پل سه فاز قابل کنترلی را پارامترهای زیر شبیه‌سازی کنید.



$V_{S(L-L)}=380\text{ V}$ ,  $f_s=50\text{ Hz}$ ,  $Z_S=0.1+j0.53\Omega$ ,  $Z_R=0.15+j0.24\Omega$ ,  $S_{\text{Linear Load}}=25\text{ kW}+14\text{ kVar}$ ,  $R_L=8\Omega$ ,  $L_L=0.1\text{ H}$ , Snubber Value:  $R_s=100\Omega$ ,  $C_s=0.2\mu\text{F}$

الف) طیف هارمونیک و THD ولتاژ PCC و جریان مبدل را برای یکی از فازها در زوایای آتش صفر، ۳۰ و ۶۰ درجه نشان دهید و بررسی کنید با افزایش زاویه آتش اوضاع کیفیتی ولتاژ PCC بهتر می‌شود یا بدتر؟ چرا؟

ب) با دو پله تغییر در هریک از امپدانس‌های  $Z_S$  و  $Z_R$  به‌طور جداگانه، نقش هریک را در اغتشاش ولتاژ PCC تشریح کنید (زاویه آتش مبدل ۳۰ درجه).

پ) با نصب یک بانک خازنی ۴۰ کیلوواری در PCC سعی می‌شود وضعیت هارمونیک ولتاژ PCC بهبود یابد. آیا بهبودی حاصل می‌شود؟ با شکل نشان دهید و بیان کنید چه وضعیتی در سیستم ایجاد شده است (زاویه آتش مبدل ۳۰ درجه).

ت) مشخصه‌های توان اکتیو کل، توان اکتیو مؤلفه اول، توان راکتیو کل، توان راکتیو مؤلفه اول، توان اعوجاجی و توان ظاهری مبدل را با روش بودینو ( $h_{\text{Max}}=25$ )، نشان دهید. سپس مشخصه توان اکتیو و راکتیو کل به روش بودینو را با روش توان لحظه‌ای مقایسه کنید (زاویه آتش مبدل ۳۰ درجه).

۴- سیگنال زیر را در نظر بگیرید:

$$F(t) = 10\sin(\omega t) + 7\sin(5\omega t + \pi/6) - 4\sin(11\omega t + \pi/3) + 3\sin(25\omega t - \pi/4) + 2\cos(0.1\omega t)$$

الف) اگر فرکانس اصلی ۵۰ هرتز باشد، طول پنجره نمونه برداری و فرکانس نمونه برداری را چقدر انتخاب می کنید؟

ب) با انتخاب های بند (الف)، مشخصه طیف هارمونیک سیگنال را توسط برنامه سوال (۲) بیابید و ارائه کنید.

پ) با تغییر پارامترهای بند (ب)، با ارائه مشخصه های مختلف، درباره پدیده های الیاسینگ، نشت طیف و حصار نرده ای بحث کنید.

۵- ولتاژ و جریان بار سه فاز به صورت زیر است:

$$v_a(t) = 310\sin(\omega t) + 12\sin(5\omega t + \pi/6) - 11\sin(7\omega t + \pi/3) + 5\cos(13\omega t - \pi/4) + 2\cos(19\omega t + \pi/4)$$

$$v_b(t) = 340\sin(\omega t - 2\pi/3) + 19\sin[5(\omega t - 2\pi/3) + \pi/6] - 12\cos[11(\omega t - 2\pi/3) - \pi/6]$$

$$v_c(t) = 290\sin(\omega t + 2\pi/3) - 15\sin[5(\omega t + 2\pi/3) + \pi/3] + 8\cos[7(\omega t - 2\pi/3) - \pi/6]$$

$$i_a(t) = 15\sin(\omega t - \pi/4) + 6\sin(5\omega t - \pi/6) + 4\sin(7\omega t + \pi/6) - 3\sin(13\omega t - \pi/3) + 2\cos(17\omega t - \pi/6)$$

$$i_b(t) = 18\sin(\omega t - 2\pi/3 - \pi/4) - 8\sin[5(\omega t - 2\pi/3) - \pi/6] - 4\sin[7(\omega t - 2\pi/3) + \pi/4]$$

$$i_c(t) = 11\sin(\omega t + 2\pi/3 - \pi/4) - 5\sin[5(\omega t + 2\pi/3) - \pi/6] - 2\sin[9(\omega t + 2\pi/3) + \pi/4]$$

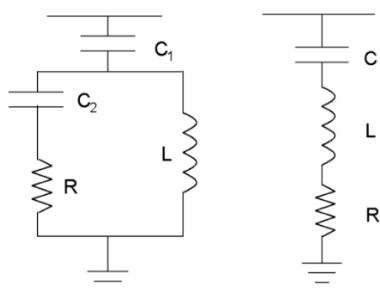
الف) مقادیر موثر هریک از ولتاژها و جریانها را بدست آورید.

ب) THD هریک از ولتاژها و جریانها را بدست آورید.

پ) اگر جریان درخواستی (Demand) ۲۰ آمپر باشد، TDD را برای هریک از جریانها را بدست آورید.

ت) توان های اکتیو، راکتیو و اعوجاجی هر فاز را با استفاده از روابط بودینو بدست آورده و سپس توان ظاهری حسابی و برداری را بدست آورید.

۶- دو فیلتر تک تنظیمه (مرتبه اول) و دو تنظیمه (مرتبه دوم) شکل زیر را در نظر بگیرید. ( $f_{\text{system}} = 50 \text{ Hz}$ )



الف) فیلتر تک تنظیمه برای حذف هارمونیک جریان پنجم است. اگر  $R = 0.1 \Omega$

و اندوکتانس فیلتر مقادیر  $L = 1, 2, 3, 4 \text{ mH}$  را داشته باشد، مقادیر خازن مرتبط

با هریک از مقادیر اندوکتانس یاد شده را بدست آورید و سپس مشخصه های

امپدانس این فیلترها را بر روی یک نمودار رسم کنید. چه نتیجه ای میگیرید؟

ضریب کیفیت چیست و چه کاربردی دارد؟

ب) مقادیر  $L$  و  $R$  در بند (الف) را برای فیلتر دو تنظیمه به گونه ای در نظر بگیرید

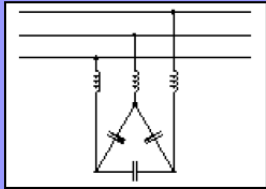
که این فیلتر هارمونیک های پنجم و یازدهم را حذف کند. موارد مطرح شده در بند

(الف) را پاسخ دهید.

۷- برای یک فیدر ۴۰۰ ولت می خواهیم ۴ فیلتر سه فاز ۵، ۷، ۱۱ و ۱۳ قرار دهیم. اگر توان راکتیو مورد نیاز این فیدر ۲۴۰ kvar

باشد، مقادیر القاگر و خازن هر فیلتر را تعیین کنید.

۸- فرم زیر را در محیط Excel برای محاسبه اندازه پارامترهای فیلتر پسیو با ساختار مشخص شده در شکل، تهیه کنید.

| Low Voltage Filter Calculations:             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Example Filter Design Spreadsheet |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|--------|----------------|------|------|-----------|------|------|--------|------|------|---------------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>SYSTEM INFORMATION :</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Filter Specification :                       | 5 <sup>th</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Power system Frequency:           | 60 Hz       |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Capacitor Bank Rating :                      | 500 kVar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Capacitor Voltage Rating:         | 480 Volts   |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Rated Bank Current :                         | 601 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Capacitor Power Rating:           | 500 kVar    |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Nominal Bus Voltage :                        | 480 Volts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total Harmonic Load:              | 500 kVA     |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Capacitor Current (actual) :                 | 601.4 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Filter Tuning Frequency :         | 282 Hz      |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Filter Tuning Harmonic :                     | 4.7 <sup>th</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Capacitor Value(wye equivalent) : | 5756.5 uF   |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Capacitor Impedance (wye equivalent) :       | 0.4608 Ohm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Reactor Rating :                  | 0.0553 mH   |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Reactor Impedance :                          | 0.0209 Ohm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Supplied Compensation :           | 524 kVar    |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Filter Full Load Current (actual) :          | 629.9 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Utility Side V <sub>h</sub> :     | 1% THD      |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Filter Full Load Current (rated) :           | 629.9 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | (Utility Harmonic Voltage Source) |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Transformer Nameplate :                      | 1500.00 kVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Load Harmonic Current :           | 180.4 Amps  |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| (Rating and Impedance) :                     | 6.00 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Max Total Harmonic Current :      | 228.3 Amps  |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Load Harmonic Current :                      | 30.00 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Utility Harmonic Current :                   | 47.85 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| <b>CAPACITOR DUTY CALCULATION :</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Filter RMS Current :                         | 670.0 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fundamental Capacitor Voltage :   | 502.8 Volts |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Harmonic Cap Voltage :                       | 36.4 Volts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Maximum Peak Voltage :            | 539.2 Volts |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| RMS Capacitor Voltage :                      | 504.1 Volts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Maximum Peak Current :            | 858.2 Amps  |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| <b>CAPACITOR LIMITS : (IEEE std 18-1980)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>FILTER CONFIGURATION :</b>     |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
|                                              | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Limits</th> <th>Actual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peak Voltage :</td> <td>120%</td> <td>112%</td> </tr> <tr> <td>Current :</td> <td>180%</td> <td>111%</td> </tr> <tr> <td>Kvar :</td> <td>135%</td> <td>117%</td> </tr> <tr> <td>RMS Voltage :</td> <td>110%</td> <td>105%</td> </tr> </tbody> </table> |                                   | Limits      | Actual | Peak Voltage : | 120% | 112% | Current : | 180% | 111% | Kvar : | 135% | 117% | RMS Voltage : | 110% | 105% |  |  |
|                                              | Limits                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Actual                            |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Peak Voltage :                               | 120%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 112%                              |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Current :                                    | 180%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 111%                              |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Kvar :                                       | 135%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 117%                              |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| RMS Voltage :                                | 110%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 105%                              |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| <b>FILTER REACTOR DESIGN SPECIFICATION :</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |             |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Reactor Impedance :                          | 0.0209 Ohm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Reactor Rating :                  | 0.0553 mH   |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |
| Fundamental Current :                        | 629.9 Amps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Harmonic Current :                | 228.3 Amps  |        |                |      |      |           |      |      |        |      |      |               |      |      |                                                                                       |  |

به پاسخ‌های مشابه نمره‌ای اختصاص نمی‌یابد.